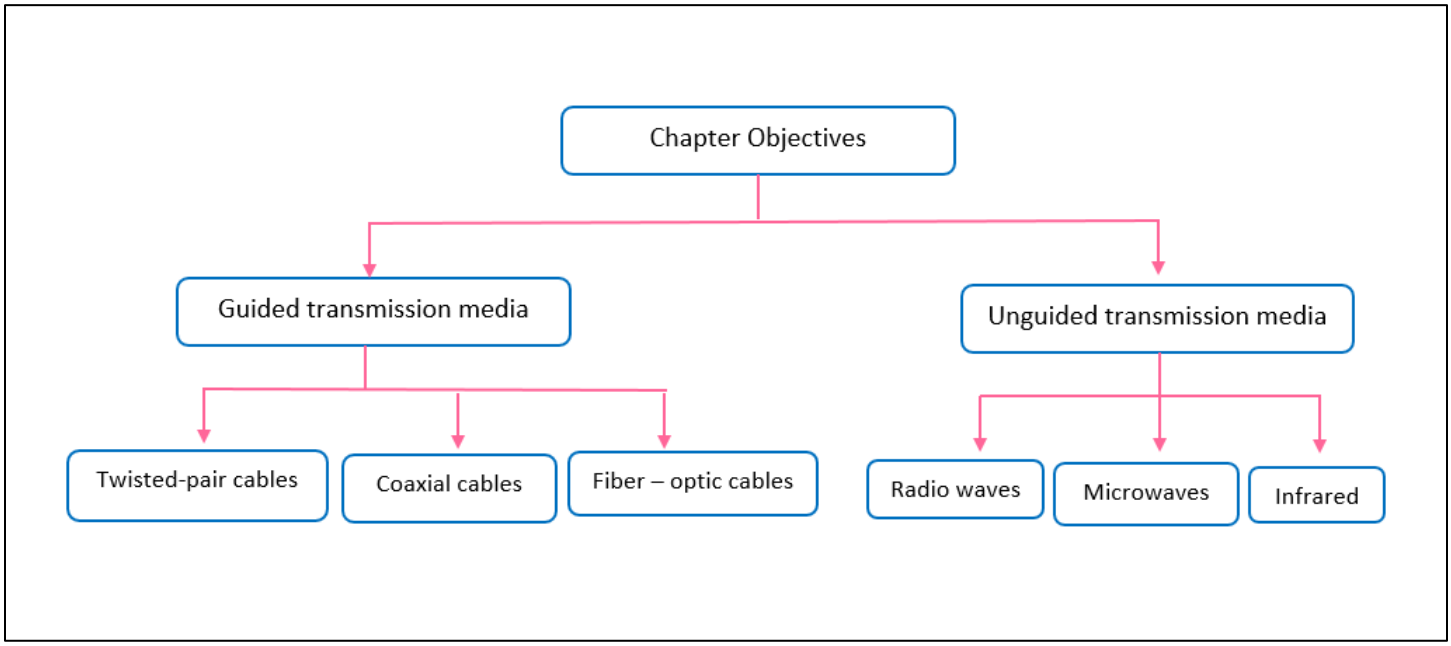
Transmission Media (Chapter 7)

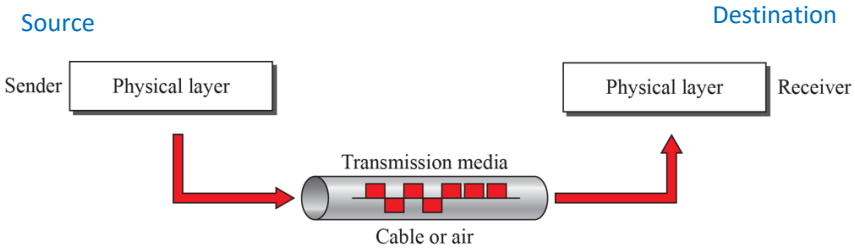


Classes of transmission media

7-1 INTRODUCTION:

Transmission media are actually located below the physical layer and are directly controlled by the physical layer. We could say that transmission media belong to layer zero. In data communications, the transmission medium is usually free space, metallic cable, or fiber-optic cable.

Figure 7.1: Transmission media and physical layer



وسائط النقل

تنقل الرسالة من المرسل إلى المستقبل. تقع تحت الطبقة المادية حيث تتحكم بها الطبقة المادية بشكل مباشر .. نستطيع أن نقول أنها تقع في الطبقة صفر.

ممكن أن تكون عبارة عن فراغ, كيبل معدني أو ألياف بصرية.

أميز بينهم بناء على:

*المجال الترددي

*طبيعة الأمواج و التطبيقات

7-2 GUIDED MEDIA:

Guided media: provide a conduit from one device to another, include:

1. Twisted-pair cable
2. Coaxial cables
3. Fiber-optic cables

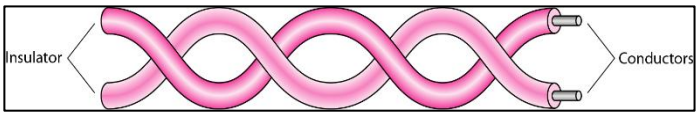
وسائط موجهه

توفر ممر أو قناة من جهاز واحد إلى الآخر. الأمواج أو الرساله تنتقل داخل الموصل.

A signal traveling along any of these media is directed and contained by the physical limits of the medium.

7.2.1 Twisted-Pair Cable:

A twisted pair consists of two conductors (normally copper), each with its own plastic insulation, twisted together, as shown in Figure.



- One of the wires is used to carry signals to the receiver.
- The other is used only as a ground reference.
- Interference (noise) and crosstalk may affect both wires and create unwanted signals.
- The receiver uses the difference between the two. The unwanted signals are mostly canceled out.

يتكون من موصلين ملتويين (عادةً من النحاس) ولكل منهما عازل من البلاستيك للتخلص من التشويش.

* واحد من الموصلات يستخدم لنقل الإشارات إلى المستقبل

* الموصل الآخر يستخدمه المستقبل كمرجع أرضي.

* التداخل (الضوضاء) قد تؤثر على كلا الموصلين و تسبب إشارات غير مرغوب فيها

*. يستخدم المستقبل الفرق بين الاثنين => يتم إلغاء معظم الإشارات غير المرغوب فيها

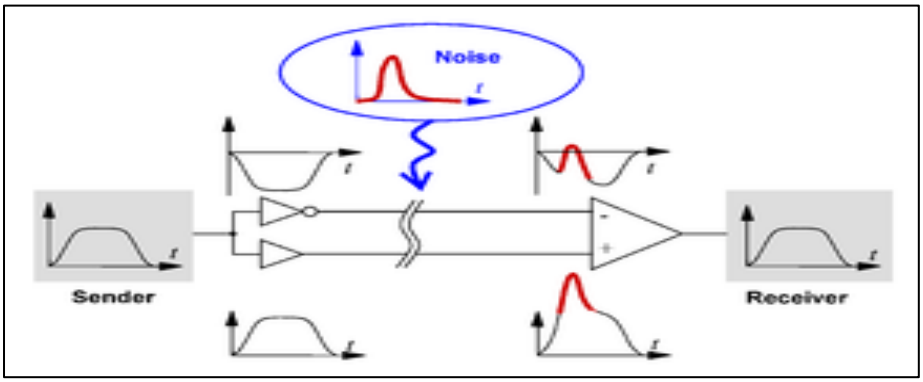
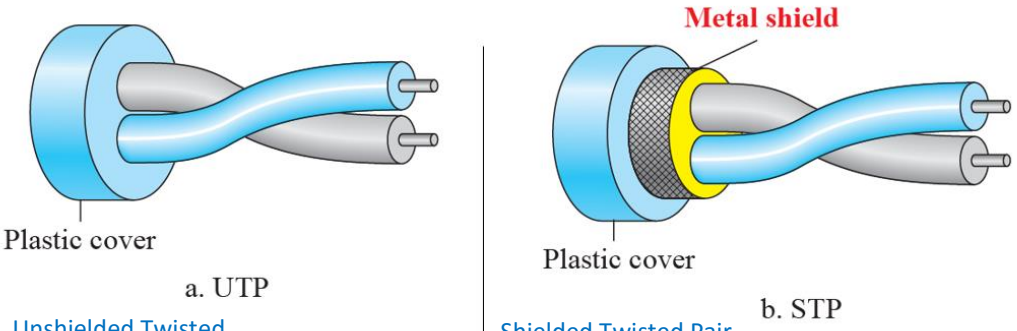


Figure 7.4: UTP and STP cables



- A metal foil or braided- mesh covering that encase each pair of insulated conductors.

Shielded Twisted Pair

* عبارة عن طبقة معدنية بين الالياف الهدف منها:
* الميزه: تحسن الجودة لأنها تحمي الإشارة و تمنع الضجيج من الدخول
* العيب: أنها مكلفه و تقلل من مرونة الموصل

Table 7.1: Categories of unshielded twisted-pair cables

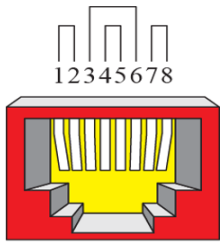
Category	*Specification*	*Data Rate (Mbps)*	*Use*
1	Unshielded twisted-pair used in telephone	< 0.1	Telephone
2	Unshielded twisted-pair originally used in T lines	2	T-1 lines
3	Improved CAT 2 used in LANs	10	LANs
4	Improved CAT 3 used in Token Ring networks	20	LANs
5	Cable wire is normally 24 AWG with a jacket and outside sheath	100	LANs

Categories are determined by cable quality, with 1 as the lowest. Each category is suitable for specific uses.

UTP Connectors

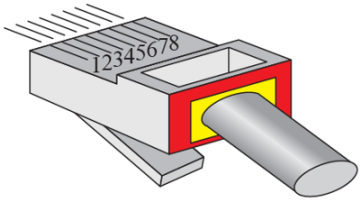
The most common UTP connector: ***RJ45.***

يوصل بين الجهاز و الكابل



RJ-45 Female

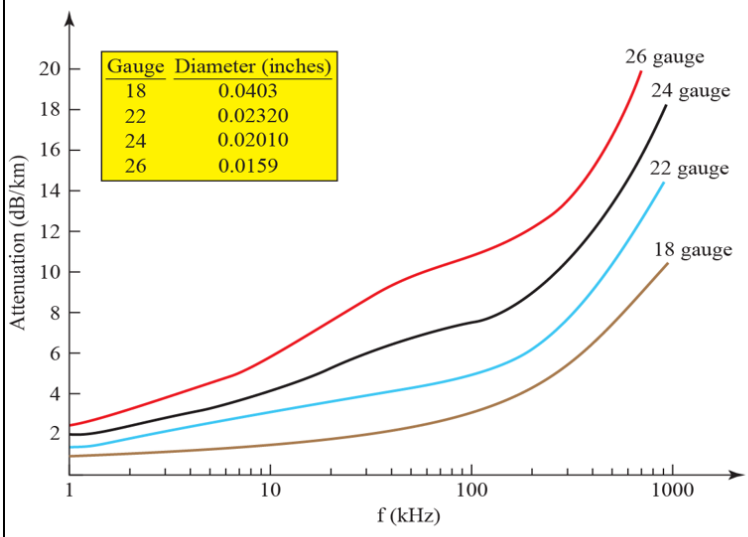
RJ: Register Jam



RJ-45 Male

Figure 7.5: UTP Connectors

Figure 7.6: UTP Performance



gauge is a measure of the thickness of the wire.

To measure the UTP performance:
We compare attenuation with frequency and distance. Increasing frequency make the attenuation sharply increases.

When the Diameter is less => the Attenuation is more

كل ما نقص القطر يزيد التخامل

7.2.2 Coaxial Cable

Coaxial cable (or coax) carries signals of higher frequency ranges than those in twisted pair cable, in part because the two media are constructed quite differently.

الكابلات المحورية

ميزتها تشتغل على تردد أعلى من التويستد بير كيبل و عيبها التخامل فيها أكبر فتحتاج بعد مسافات معينة يكون فيه Repeater مقوي للإشارة يآخذ الإشارة و يعيد توليدها و يرجع يرسلها من جديد

Figure 7.7: Coaxial cable

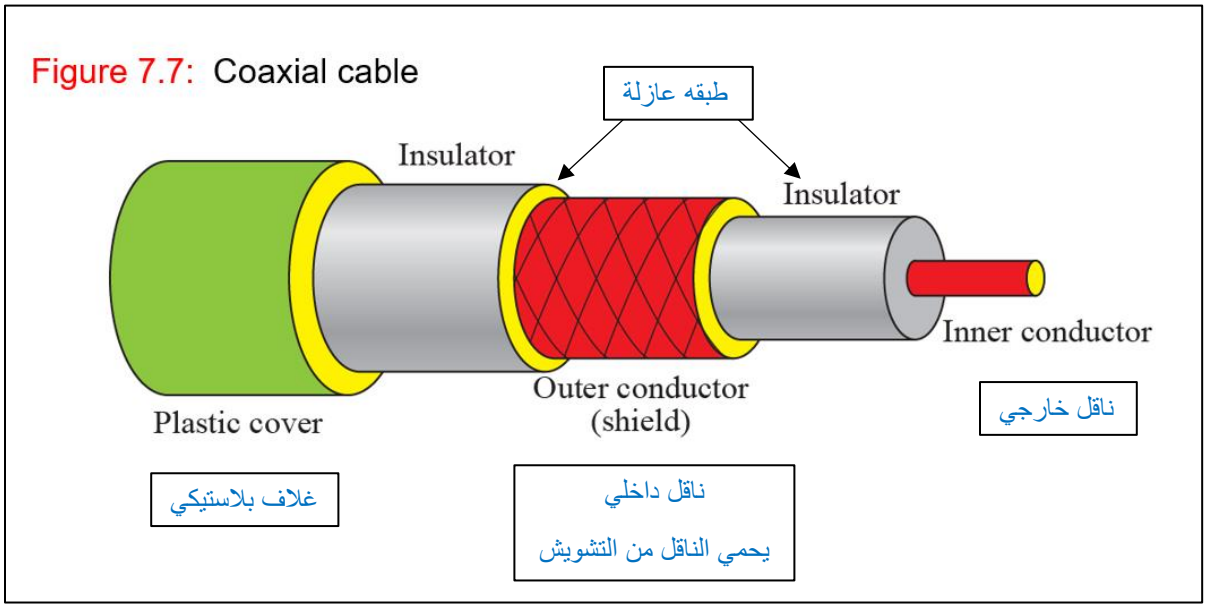


Table 7.2: Categories of coaxial cables

Category	*Impedance*	*Use*
RG-59	75 Ω	Cable TV
RG-58	50 Ω	Thin Ethernet
RG-11	50 Ω	Thick Ethernet

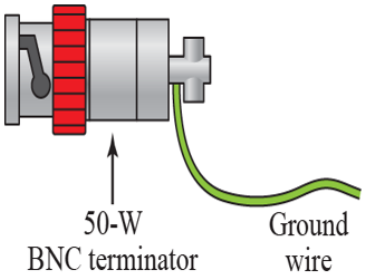
Each RG number denotes a unique set of physical specification and adapted for a specialized function.

Coaxial Cable Connectors

To connect coaxial cable to devices, we need coaxial connectors Such as Bayonet Neill-Concelman (BNC) connector. BNC connector is used to connect the end of the cable to a device.

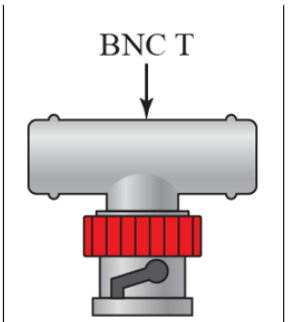
عبارة عن موصلات توصل نهاية الكابل في الجهاز

There are three popular types of these connectors:

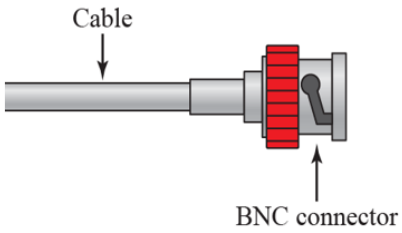


Terminator

يمنع إنعكاس الإشارة



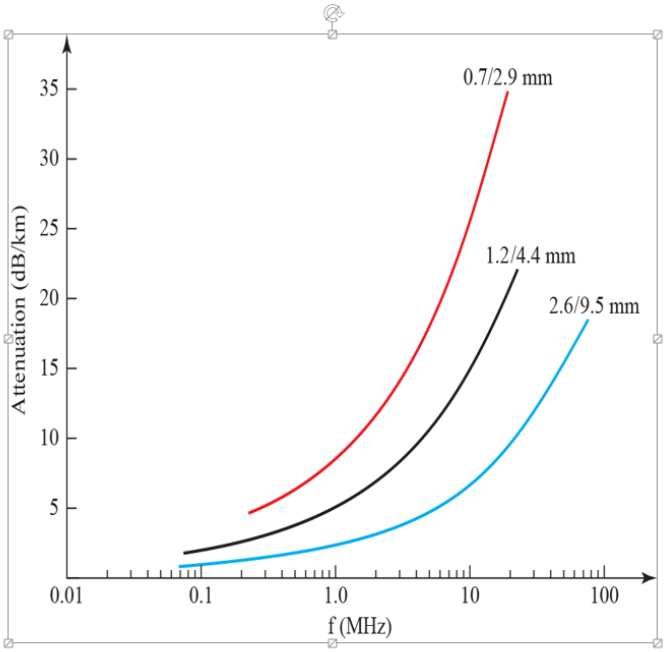
يوصل الكابل مع جهازين



يوصل الكابل مع جهاز

Figure 7.8: BNC connectors

Figure 7.9: Coaxial cable performance



Attenuation is much higher in coaxial cable than in twisted-pair cable.

In other words, although coaxial cable has a much higher bandwidth, the signal weakens rapidly.

We need to use repeaters frequently.

مع أن الكابل المحوري أعلى بالتردد إلا أن الإشارة أيضاً تضعف بشكل أكبر من التويستد بير كابل => نحتاج مكرر يآخذ الإشاره و يعيد توليدها و يرجع يرسلها

7.2.3 Fiber-Optic Cable:

A fiber-optic cable is made of glass or plastic and transmits signals in the form of light.

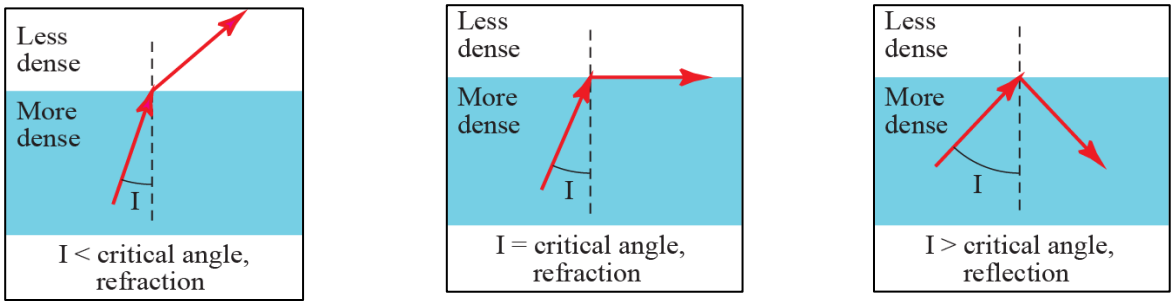
كبلات الألياف البصرية تتكون من الزجاج أو البلاستك وتنقل الإشارات بصورة ضوء

To understand optical fiber, we first need to explore several aspects of the nature of light.

Light travels in a straight line as long as it is moving through a single uniform substance. If a ray of light traveling through one substance suddenly enters another substance (of a different density), the ray changes direction.

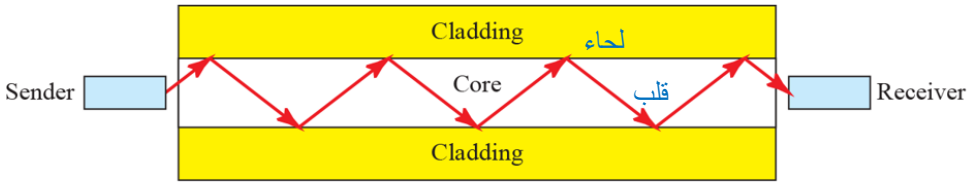
الضوء يتنقل بشكل مستقيم طالما إنه ينتقل بنفس الوسط.. إذا انتقل الضوء من وسط إلى آخر يختلف عنه في الكثافه => يتغير إتجاهه

Figure 7.10 Bending of light ray when going from a more dense to a less dense substance.



الزاوية الحرجة > زاوية سقوط الضوء | الزاوية الحرجة = زاوية سقوط الضوء | الزاوية الحرجة < زاوية سقوط الضوء

Figure 7.11: Optical fiber

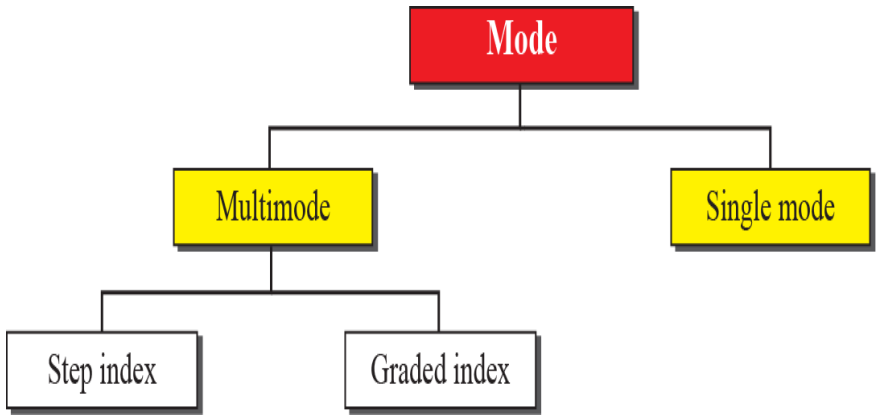


Optical fibers use reflection to guide light through a channel. A glass or plastic core is surrounded by a cladding of less dense glass or plastic. The difference in density of the two materials must be such that a beam of light moving through the core is reflected off the cladding instead of being refracted into it.

الألياف البصرية تستخدم الإنعكاس للتحكم في إتجاه الضوء داخل القناة .. يتكون من مادتين (قلب – لحاء) .. القلب يكون من البلاستك أو الزجاج و يحيط فيه لحاء أقل كثافه. بسبب إختلاف الكثافه فإن الضوء ينعكس داخل الناقل و لا ينكسر خارجه.

Propagation modes:

Figure 7.12: light Propagation modes along optical channels



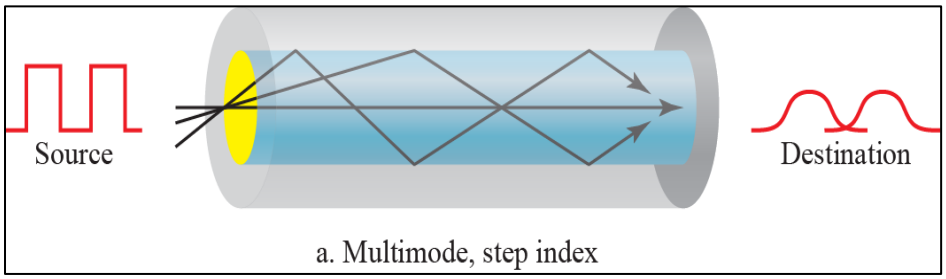
Multimode: Multiple beams from a light source move through the core in different paths.

Single-mode: limits beams to a small range of angles, all close to the horizontal.

أنماط الانتشار ضمن الليف الضوئي

* نمط وحيد الانتشار: يركز الضوء بشكل كبير

* نمط متعدد الانتشار: يوجد منه نوعين الأول كثافة القلب ثابته و الثاني كثافة القلب متغيره



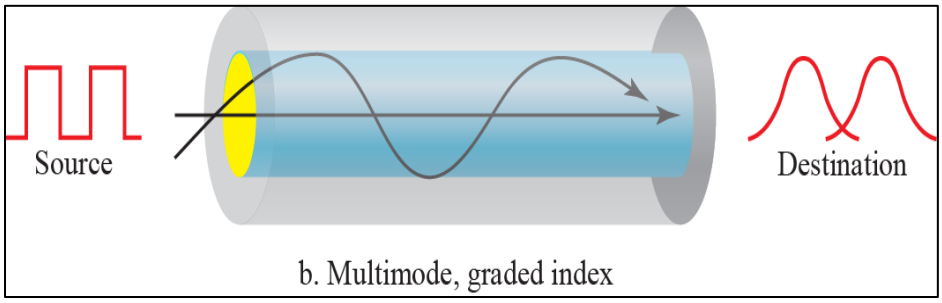
a. Multimode, step index

- The density of the core remains constant from the center to the edges.
- A beam of light moves through this constant density in a straight line until it reaches the interface of the core and the cladding (lower density); this alters the angle of the beam's motion.
- The term step-index refers to the suddenness of this change.

* الكثافه داخل القلب تبقى ثابته من المركز (الوسط) إلى الأطراف

* حزمة من الضوء تسير في هذا المجال الثابت الكثافه على شكل خط مستقيم حتى يصل إلى نقطة الالتقاء مع اللحاء (الأقل كثافه) هذا التغيير المفاجىء يسبب إنعكاس الضوء بشكل كبير.

* عيبها التخامل فيها عالي

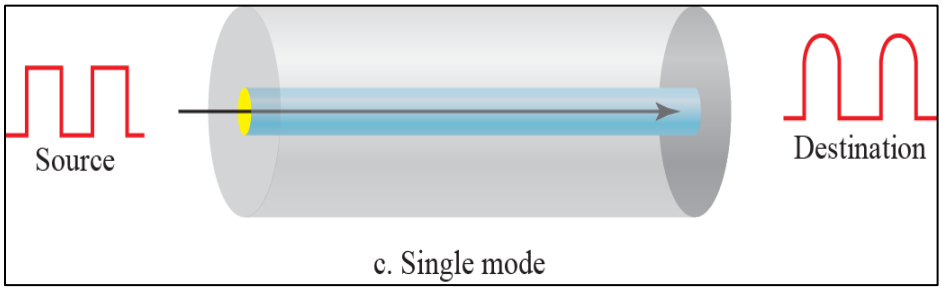


b. Multimode, graded index

- Density is highest at the center of the core and decreases gradually to its lowest at the edge.
- This variable density impact the propagation of light beams.

*كثافة القلب تكون أعلى عند المركز (الوسط) و تقل بشكل تدريجي عند الأطراف

*هذا الإختلاف في الكثافه بنفس القلب يسبب إنكسار أخف للموجات => يخفف التخامل



c. Single mode

- It has smaller diameter and lower density than multimode fiber.
- The decrease in density results in a critical angle that is close enough to 90° to make the propagation of beams almost horizontal.

*القطر حقها أصغر من قطر نمط الانتشار المتعدد

* الكثافه قليله مما يؤدي إلى إنتقال الإشارة بشكل أفقي

Table 7.3: Fiber types

تم تصنيفه وفق النسبة
كثافة القلب لكثافة اللحاء

Optical fibers are defined by the ratio of the diameter of their core to the diameter of their cladding

Type	*Core (μm)*	*Cladding (μm)*	*Mode*
50/125	50.0	125	Multimode, graded index
62.5/125	62.5	125	Multimode, graded index
100/125	100.0	125	Multimode, graded index
7/125	7.0	125	Single mode

Figure 7.14: Fiber connection

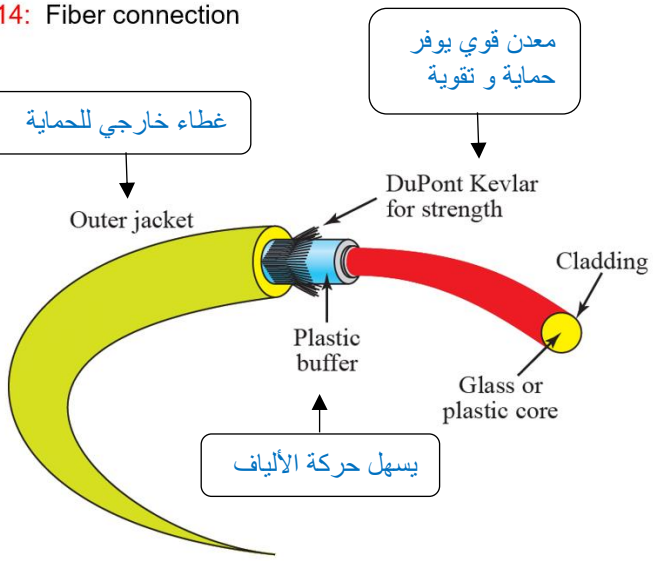
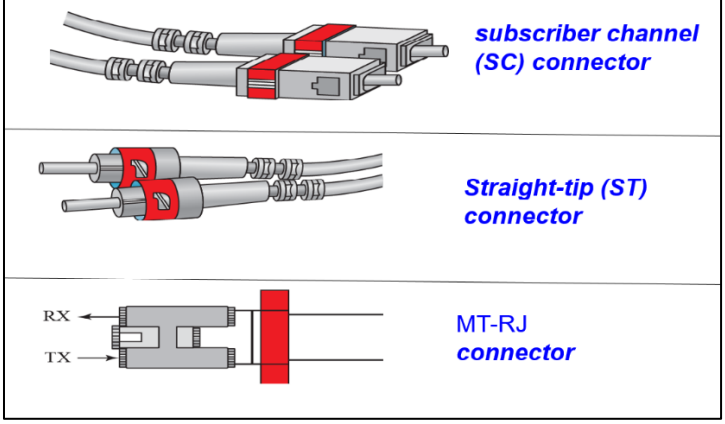
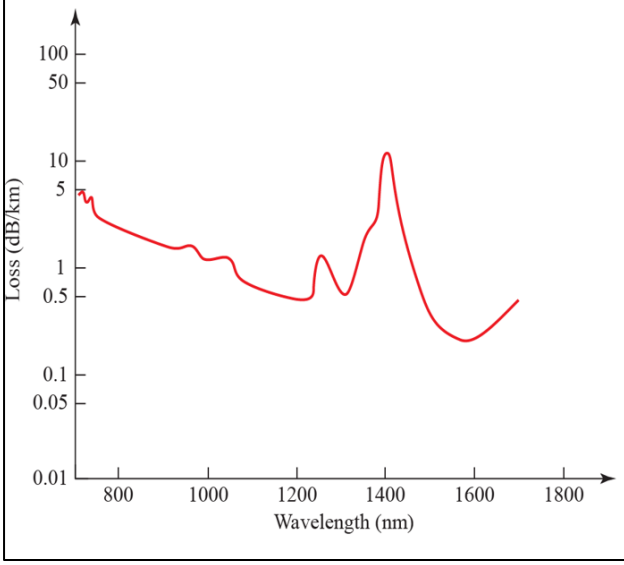


Figure 7.15: Fiber-optic cable connector



- Attenuation is flatter than twisted-pair cable and coaxial cable. So we need fewer repeaters than twisted-pair cable and coaxial cable.

Figure 7.16: Optical fiber performance



Optical Fiber Advantages and Disadvantages over metallic cable

Advantages

- Higher bandwidth.
- Less signal attenuation. **A signal can run for 50 km without requiring regeneration. We need repeaters every 5 km for coaxial or twisted-pair cable.**
- Immunity to electromagnetic noise.
- Glass is more Resistance to corrosive materials than copper.
- Fiber-optic cables are lighter than copper cables.
- Fiber-optic cables are more immune to tapping than copper cables: **Copper cables create antenna effects that can easily be tapped.**

Disadvantages

- Installation and maintenance require expertise.
- Propagation of light is unidirectional. Two fibers are needed for bidirectional communication.
- More expensive than those of other guided media.

المميزات :

* عرض النطاق الترددي أعلى

* أقل تخامل بحيث تستطيع الإشارة أن تقطع مسافة 50 كيلومتر بدون الحاجة إلى مقوي ،، بعكس الأنواع الثانية تحتاج إلى مقوي كل 5 كيلومير

* لديه مناعة من الإشعاعات الكهرومغناطيسية

* لديه مقاومة أكبر للتآكل (الصدى) أكثر من المواد المصنعه من النحاس

* أخف وزن

العيوب :

* تركيبها و صيانتها تحتاج إلى خبير

* إتجاه الضوء يكون بإتجاه واحد .. نحتاج إلى إثنين منه لإجراء اتصال الثنائي

* أغلى بالسعر

7-3 UNGUIDED MEDIA

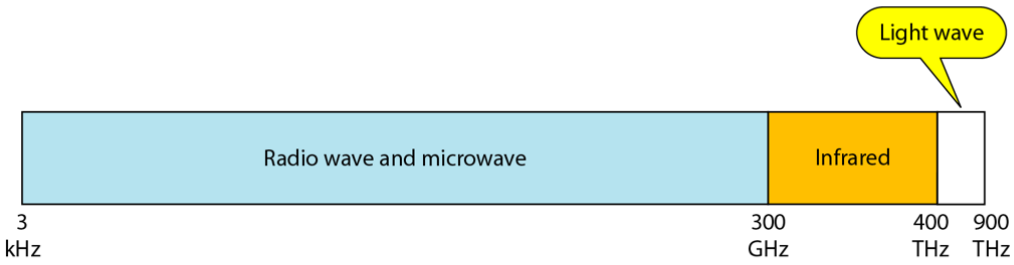
Unguided medium: transport waves without using a physical conductor.

- This type of communication is often referred to as wireless communication.
- Signals are normally broadcast through free space and thus are available to anyone who has a device capable of receiving them.

* الإشاره تنتقل في الهواء بدون استخدام ناقل فيزيائي
* هذا النوع من الإشارة يسمى بالاتصال اللاسلكي
* يتم بث الإشارات بشكل بث للكل بحيث تكون متوفرة لأي شخص يمتلك جهاز استقبال

Figure 7.17: Electromagnetic spectrum for wireless communication

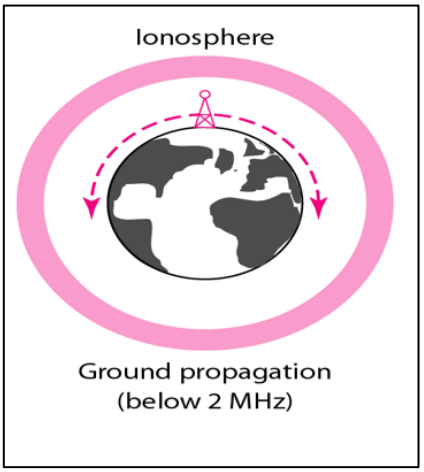
هنا مهم نعرف المجال الترددي لكل نوع و يجي عليه أسئلة



The electromagnetic spectrum, ranging from 3 kHz to 900 THz, are used for wireless communication.

Propagation methods

- Radio waves travel through the lowest portion of the atmosphere, hugging the earth.
- These low-frequency signals emanate in all directions from the transmitting antenna and follow the curvature of the planet.
- Distance depends on the amount of power in the signal: The greater the power, the greater the distance.

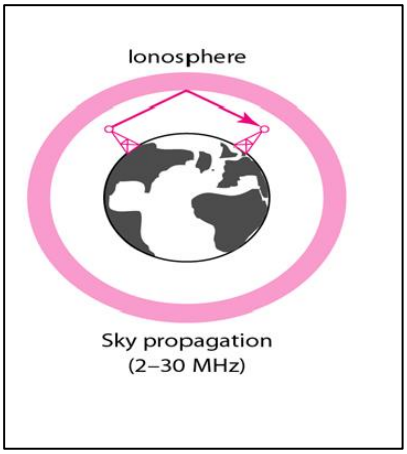


* موجات الراديو تنتقل بشكل قريب من الغلاف الجوي
* هذي الاشارات منخفضة التردد تنتشر في كل مكان من الهوائي المرسل و تتبع إنحناء الأرض
* تعتمد المسافة التي تقطعها على قوة الإشارة كلما زادت القوة زادت المسافة

- Higher-frequency radio waves radiate upward into the ionosphere, where they are reflected back to earth.
- This type of transmission allows for greater distances with lower output power.

* الترددات العالية تصعد للغلاف الأيوني حيث تنعكس و ترجع مره أخرى للأرض.

* هذا النوع يسمح بقطع مسافات أطول لكنه أقل قوة



- Very high-frequency signals are transmitted in straight lines directly from antenna to antenna.
- Antennas must be: directional, facing each other, either not affected by the curvature of the earth (tall enough or close enough together)

* ترددات عالية جداً تنتقل بشكل مستقيم و مباشر من هوائي إلى آخر

* يجب أن تكون الهوائيات موجهه و متقابلة و تكون (طويلة كفاية أو قريبة كفاية) حتى لا تتأثر في إنحناء الأرض

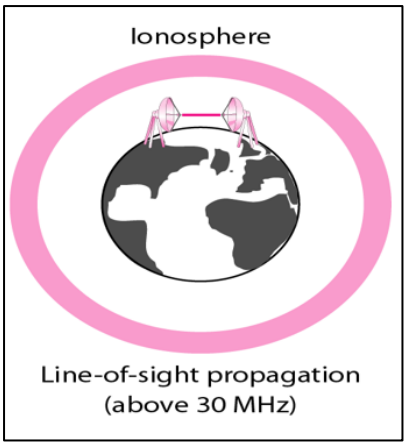


Table 7.4: Bands

The section of the electromagnetic spectrum defined as radio waves and microwaves is divided into eight ranges, called bands

Band	*Range*	*Propagation*	*Application*
very low frequency (VLF)	3–30 kHz	Ground	Long-range radio navigation
low frequency (LF)	30–300 kHz	Ground	Radio beacons and navigational locators
middle frequency (MF)	300 kHz–3 MHz	Sky	AM radio
high frequency (HF)	3–30 MHz	Sky	Citizens band (CB), ship/aircraft
very high frequency (VHF)	30–300 MHz	Sky and line-of-sight	VHF TV, FM radio
ultrahigh frequency (UHF)	300 MHz–3 GHz	Line-of-sight	UHF TV, cellular phones, paging, satellite
superhigh frequency (SF)	3–30 GHz	Line-of-sight	Satellite
extremely high frequency (EHF)	30–300 GHz	Line-of-sight	Radar, satellite

7.3.1 Radio Waves

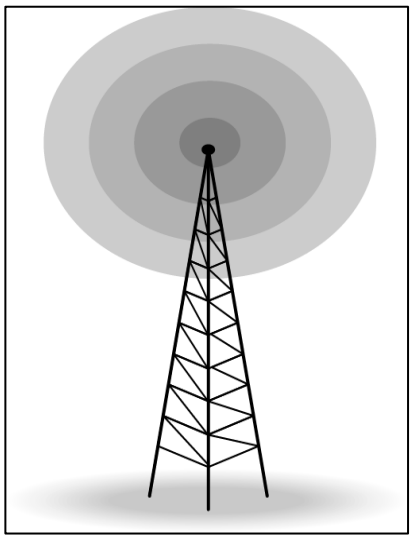
Although there is no clear-cut demarcation between radio waves and microwaves..

- Electromagnetic waves ranging in frequencies between 3 kHz and 1 GHz are normally called radio waves.
- Waves ranging in frequencies between 1 and 300 GHz are called microwaves.
- However, the behavior of the waves, rather than the frequencies, is a better standard for classification.

مع إنه لا يوجد خط فاصل واضح بين موجات الراديو و المايكرو ويف إلا أنه هناك عاملين ممهمين قد يساعدان في التفريق بينهما هما: مجال التردد و سلوك الموجه

Radio waves are omnidirectional:

- When an antenna transmits radio waves, they are propagated in all directions, based on the wavelength, strength, and the purpose of transmission.
- This means that the sending and receiving antennas do not have to be aligned. A sending antenna sends waves that can be received by any receiving antenna.
- Therefore, radio waves are useful for multicasting, in which there is one sender but many receivers such as AM and FM radio and television.



Radio waves can penetrate walls.

The radio wave band is relatively narrow, just under 1 GHz, compared to the microwave band.

Using any part of the band requires permission from the authorities.

موجات الراديو تعتبر موجات متعددة الاتجاهات

* عندما يبث الهوائي إشارة ما فإنها تنتشر في جميع الاتجاهات,, اعتماداً على الطول الموجي و القوة و الغاية من هذا الإرسال

* هذا يعني أن جهاز الإرسال و الاستقبال لا يحتاجان أن يكونوا على نفس الخط أو متقابلين

=> موجات الراديو مفيدة في الإرسال للكل (الإرسال المتعدد) حيث يوجد مرسل واحد و العديد من المستقبلين مثل إذاعات الراديو و التلفزيون

* يمكنها أن تخترق الجدران

7.3.2 Microwaves

- Electromagnetic waves having frequencies between 1 and 300 GHz are called microwaves.
- Microwaves are unidirectional. When an antenna transmits microwaves, they can be narrowly focused. This means that the sending and receiving antennas need to be aligned.
- The unidirectional property has an obvious advantage: A pair of antennas can be aligned without interfering with another pair of aligned antennas.

Example: microwaves Used in cellular phones and wireless LANs

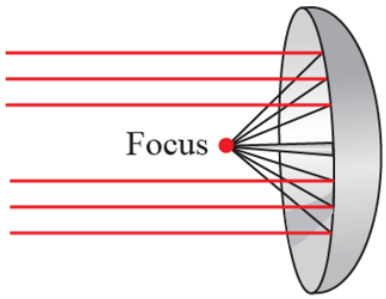
الموجات الدقيقة

* هي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية

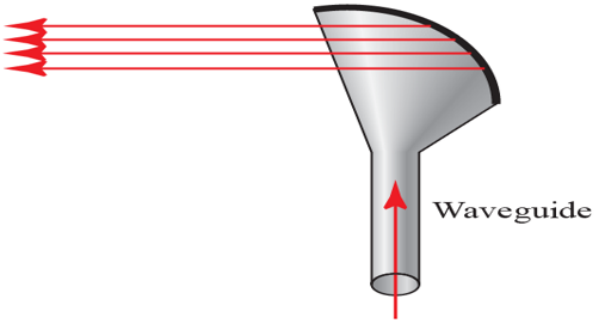
*تعبتر إحادية الاتجاه و هذا يجعل الإشارة تكون مركزة و لكن يجب أن تكون الهوائيات متقابلة في عملية الإرسال و الاستقبال

*للإتجاه الأحادي ميزه و هي أن الإشارات لا تتأثر بالإشارات الأخرى الصادره من أجهزه أخرى

Microwaves need unidirectional antennas that send out signals in one direction. Two types of antennas are used for microwave communications



a. Parabolic dish antenna



b. Horn antenna

Every line parallel to the line of symmetry reflects off the curve at angles such that all the lines intersect in a common point called the focus. In this way, more of the signal is recovered than would be possible with a single-point receiver.	Outgoing transmissions are broadcast up a stem, and deflected outward in a series of narrow parallel beams by the curved head. Received transmissions are collected by the scooped shape of the horn, in a manner similar to the parabolic dish, and are deflected down into the stem.

7.3.3 Infrared

Infrared waves characteristic:

- Infrared waves, with frequencies from 300 GHz to 400 THz (wavelengths from 1 mm to 770 nm)
- Can be used for short-range communication.
- Infrared waves, having high frequencies, cannot penetrate walls: This advantageous characteristic prevents interference between one system and another; a short-range communication system in one room cannot be affected by another system in the next room.

For example: When we use our infrared remote control, we do not interfere with the use of the remote by our neighbors.

الأشعة التحت الحمراء

* تستخدم للاتصال القريب المدى (لمسافات قصيرة)

* رغم أن ترددها عالي إلا أنها لا يمكنها إختراق الجدران => هذه الميزه تحميها من التداخل مع موجات من جهاز آخر

* مثال لما تستخدم جهاز الريموت كنترول ما يتأثر مع إستخدام الجيران لجهاز الريموت كنترول